

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sukun (*Artocarpus altilis*)

1. Sejarah Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*)

Sukun (*Artocarpus altilis*) merupakan salah satu tanaman penghasil buah utama dari keluarga *Moraceae*. Tanaman ini sudah lama dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia bahkan di beberapa negara di kawasan Pasifik seperti Fiji, Tahiti, Kepulauan Samoa, dan Hawaii.³⁵



Gambar II.1 Buah Sukun³⁶

Buah sukun telah dimanfaatkan sebagai makanan pokok tradisional. Akan tetapi bagi masyarakat Indonesia, konsumsi buah sukun umumnya masih terbatas sebagai makanan ringan dan sayur.³⁷

Penyebaran tanaman sukun di Indonesia sangat luas yang tersebar mulai dari Aceh sampai Papua. Hal tersebut merupakan potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan makan pokok alternatif.³⁸

³⁵ Hamdan Adma Adinugraha, *Loc. Cit.*

³⁶ Dokumentasi peneliti.

³⁷ Hamdan Adma Adinugraha, *Loc. Cit.*

³⁸ Hamdan Adma Adinugraha, *Op. Cit.*, hlm. 100.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Morfologi Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*)

Ciri-ciri morfologi tanaman singkong sebagai berikut:

- Daun** : Berdaun besar yang tersusun berselang-seling, lembar daun 20-40 × 20-60 cm, berbagi menyirip dalam, liat agak keras seperti kulit, hijau tua mengkilap di sisi atas, serta kusam, kasar dan berbulu halus di bagian bawah.
- Biji** : Biji sukun berbentuk bulat atau agak gepeng sampai agak persegi, kecoklatan, berukuran sekitar 2,5 cm.
- Daging** : Daging buah berwarna putih kekuningan, teksturnya kompak dan berserat halus. Rasanya agak manis dan memiliki aroma yang spesifik.
- Batang** : Batang sukun berukuran besar dan lurus, hingga 8 m dan berwarna coklat kotor.³⁹

3. Klasifikasi Tanaman Sukun

Klasifikasi Ilmiah sukun adalah sebagai berikut:

- Kerajaan** : Plantae
- Filum** : Magnoliophyta
- Kelas** : Magnoliopsida
- Ordo** : Rosales
- Famili** : Moraceae
- Genus** : *Artocarpus*
- Spesies** : *A. altilis*⁴⁰

³⁹ Herman Rehatta, *Loc. Cit.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4. Kandungan dan Manfaat Sukun

Buah sukun sebagai bahan pangan, ternyata mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi dibanding dengan sumber karbohidrat yang lain. Berikut kandungan gizi per 100 g bahan dari buah sukun.

Tabel II.1 Kandungan gizi per 100 g bahan dari buah sukun.⁴¹

Komposisi	Buah Sukun Tua
Energi (Kal)	108
Air (g)	69,3
Protein (g)	1,3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	28,2
Serat (g)	-
Abu (g)	0,9
Ca (mg)	21
Fe (mg)	0,4
P (mg)	59
Vitamin B ₁ (mg)	0,12
Vitamin B ₂ (mg)	0,06
Vitamin C (mg)	17

Buah sukun memiliki kandungan fosfor yang tinggi. Kandungan fosfor yang tinggi dapat menjadi buah alternatif untuk meningkatkan gizi masyarakat karena fosfor memiliki peranan penting dalam pembentukan komponen sel yang esensial, berperan dalam pelepasan energi, karbohidrat dan lemak serta mempertahankan keseimbangan cairan tubuh.⁴² Selain itu, buah sukun juga banyak mengandung zat polifenol.⁴³

⁴⁰ Sutikno, Skripsi: “Pengaruh Pemblansiran Irisan Buah Sukun (*Artocarpus communis*) terhadap Pencoklatan dan Kadar Pati sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia SMA Kelas XII” (Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2008), hlm. 11.

⁴¹ Sutikno, *Op. Cit.*, hlm. 12.

⁴² Dede Sukandar, dkk, *Karakteristik Cookies Berbahan Dasar Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) Bagi Anak Penderita Autis*, Jurnal Valensi, Vol. 4, No. 1, ISSN: 1978-8193 (Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2014), hlm. 14.

⁴³ Sutikno, *Op. Cit.*, hlm. 2.

B. Pati

Pati merupakan cadangan karbohidrat yang ditemukan dalam banyak tanaman dan merupakan komponen karbohidrat terbesar kedua setelah selulosa. Pati tersimpan dalam organ tanaman dalam bentuk granula (serbuk).⁴⁴

Granula pati mengandung campuran dari dua polisakarida berbeda, yaitu amilosa dan amilopektin. Jumlah kedua polisakarida ini berbeda tergantung dari jenis pati. Pada kentang, jagung, dan tumbuhan lain yang banyak mengandung pati memiliki kandungan amilopektin sekitar 75-80% dan amilosa sekitar 20-25%.⁴⁵

Pati (*starch*) adalah karbohidrat penyimpan energi pada tanaman. Pati merupakan komponen padi-padian, kentang, dan jagung. Dalam bentuk inilah glukosa disimpan oleh tanaman untuk keperluan mendatang.⁴⁶ Pati terdiri dari molekul-molekul glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4. Ikatan ini dapat dengan mudah dihidrolisis menjadi monosakarida.⁴⁷

Pati merupakan sumber energi utama bagi manusia. Karena sifat fungsionalnya, pati juga banyak digunakan sebagai *ingredient* dalam proses pengolahan pangan untuk memberikan karakteristik produk pangan yang diinginkan. Pati dapat berperan sebagai pengental (*thickening agent*), penstabil (*stabilizing agent*), pembentuk gel (*gelling agent*), dan pembentuk *film* (*film forming*). Pati juga dapat menjadi bahan baku dalam produksi monosakarida (glukosa), sirup glukosa, atau maltodekstrin, yaitu dengan cara menghidrolisis pati

⁴⁴ Feri Kusnandar, *Kimia Pangan* (Jakarta: PT. Dian Rakyat, 2011), hlm. 105.

⁴⁵ Yayan Sunarya, *Kimia Dasar 2* (Bandung: Yrama Widya, 2011), hlm. 550.

⁴⁶ Harold Hart, *Kimia Organik Edisi Keenam* (Jakarta: Erlangga, 1987), hlm. 350.

⁴⁷ Stephen D. Bresnick, *Kimia Organik* (Jakarta: Hipokrates, 2003), hlm. 74.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

secara enzimatis menjadi molekul-molekul gula sederhana atau karbohidrat rantai pendek.⁴⁸ Pati dapat dipisahkan dengan macam-macam pelarut dan teknik pengendapan menjadi dua bagian, yaitu amilosa dan amilopektin.⁴⁹

a. Amilosa

Pada amilosa, yang menyusun 20% pati, unit-unit glukosa (50-300) membentuk rantai lurus yang berikatan 1,4. Dalam larutan rantai ini berbentuk heliks (spiral) karena adanya ikatan dengan konfigurasi α pada setiap unit glukosa. Bentuk tabung ini dengan enam unit glukosa perputaran heliks menyebabkan amilosa membentuk kompleks dengan bermacam-macam molekul kecil yang dapat masuk ke dalam kumparannya. Warna biru tua yang diberikan pada penambahan iod pada pati adalah contoh pembentukan kompleks tersebut.⁵⁰

Amilosa (zat tepung) merupakan polimer dari α -D-glukosa dan ikatan antara monomernya disebut ikatan α -glikosida.⁵¹ Hidrolisis lengkap amilosa menghasilkan maltosa sebagai satu-satunya disakarida. Disimpulkan bahwa amilosa adalah polimer linear dari α -D-glukosa yang dihubungkan secara 1,4. Terdapat 250 satuan glukosa atau lebih per molekul amilosa, banyaknya satuan bergantung spesi hewan atau tumbuhan itu. (pengukuran panjang rantai dikacaukan oleh fakta bahwa amilosa alamiah terdegradasi menjadi rantai yang lebih kecil selama pemisahan dan pemurnian).⁵²

⁴⁸ Feri Kusnandar, *Op. Cit.*, hlm. 106.

⁴⁹ Harold Hart, *Loc. Cit.*

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ Syukri S, *Kimia Dasar 3* (Bandung: ITB, 1999), hlm. 730.

⁵² Fessenden, *Kimia Organik Edisi Ketiga* (Jakarta: Erlangga, 1986), hlm. 354.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Keistimewaan amilosa ialah dapat bercabang pada karbon diluar cincin sehingga membentuk rantai bercabang-cabang yang disebut amilopektin. Hal ini mengakibatkan amilosa berupa butiran dan dapat dijadikan tepung, seperti beras, jagung dan gandum. Senyawa ini dipakai sebagai bahan makanan manusia.⁵³

b. Amilopektin

Suatu polisakarida yang jauh lebih besar dari pada amilosa, mengandung 1000 satuan glukosa atau lebih per molekul. Seperti rantai dalam amilosa, rantai utama dari amilopektin mengandung 1,4 α -D-glukosa. Tidak seperti amilosa, amilopektin bercabang sehingga terdapat satu glukosa ujung untuk kira-kira tiap 25 satuan glukosa.⁵⁴ Karena strukturnya yang banyak bercabang, butir pati mengembang dan membentuk larutan koloid dalam air.⁵⁵

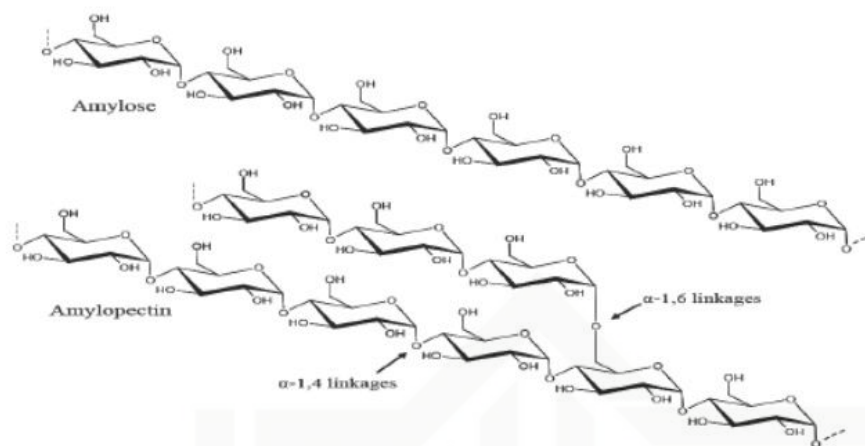
Hidrolisis lengkap amilopektin hanya menghasilkan D-glukosa. Namun hidrolisis tak lengkap menghasilkan suatu campuran disakarida maltosa dan isomaltosa, yang kedua ini berasal dari percabangan 1,6. Campuran oligosakarida yang diperoleh dari hidrolisis parsial amilopektin, yang biasa dirujuk sebagai dekstrin, digunakan untuk membuat lem, pasta dan kanji tekstil.⁵⁶

⁵³ Syukri S, *Loc. Cit.*

⁵⁴ Fessenden, *Loc. Cit.*

⁵⁵ Harold Hart, *Loc. Cit.*

⁵⁶ Fessenden, *Loc. Cit.*



Gambar II.2 Struktur amilosa dan amilopektin⁵⁷

Tabel II.2 Perbedaan antara amilosa dan amilopektin⁵⁸

Karakteristik	Amilosa	Amilopektin
Struktur umum	Linier	Bercabang-cabang
Jenis ikatan glikosidik	α 1-4	α 1-4 dan α 1-6
Mata rantai jumlah anhidroglukosa (derajat polimerisasi)	10^3	104-105 rantai linier; 20-25 (rantai percabangan)
Berat molekul	< 0,5 juta	50-500 juta
Kompleks dengan iodin	Blue	Cokelat kemerahan
Kemampuan membentuk gel	Kuat	Lemah
Kemampuan membentuk <i>film</i>	Kuat	Lemah

Struktur amilosa sering digambarkan sebagai struktur linier. Namun demikian, banyaknya gugus hidroksil pada struktur amilosa menyebabkan terjadinya interaksi antar gugus-gugus hidroksil melalui ikatan hidrogen. Sebagai akibatnya, struktur amilosa tidak berbentuk linier, tetapi berbentuk heliks. Struktur heliks amilosa ini dapat membentuk ikatan kompleks dengan iodin. Hal ini dijadikan sebagai dasar untuk mengidentifikasi amilosa, dimana dengan uji iodin amilosa akan memberikan warna khas biru. Berbeda dengan amilopektin, iodin tidak membentuk kompleks yang kuat karena terhalang

⁵⁷ Anggesta Merga Ervina Putri, dkk, *Modifikasi Pati Ubi Jalar Putih (Ipomoea Batatas L.) menggunakan Enzim Amylomaltase menjadi Pati Thermoreversible*, Jurnal Pangan dan Agroindustri, Vol. 3, No 2 (Malang: Universitas Brawijaya Malang, 2015), hlm. 752.

⁵⁸ Feri Kusnandar, *Op. Cit.*, hlm. 109.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

oleh strukturnya yang besar. Amilopektin tidak memberikan warna biru dengan iodin, tetapi berwarna coklat kemerahan. Dengan demikian amilosa dan amilopektin dapat dibedakan satu sama lain dengan melakukan uji iodin.⁵⁹

Setiap sumber pati memiliki rasio amilosa dan amilopektin yang beragam (**Tabel II.3**). Kandungan amilosa umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan amilopektin, yaitu berkisar 20-30%. Rasio amilosa dan amilopektin dalam granula pati sangat penting dan sering dijadikan sebagai parameter dalam pemilihan sumber pati dan untuk diaplikasikan dalam proses pengolahan pangan agar memberikan sifat fungsional yang diinginkan. Hal ini disebabkan, rasio amilosa dan amilopektin akan berpengaruh pada kemampuan pasta pati dalam membentuk gel, mengentalkann, atau membentuk *film*. Ikatan hidrogen antar molekul penyusun pati berperan dalam menentukan kekompakkan gel atau *film*.⁶⁰

Struktur amilosa yang linier lebih mudah berikatan sesama sendiri melalui ikatan hidrogen dibandingkan dengan amilopektin. Oleh karena itu, kekuatan gel atau *film* pati lebih banyak ditentukan oleh kandungan amilosanya. Semakin tinggi kandungan amilosanya maka kemampuan membentuk gel dan lapisan *film* akan semakin besar. Sebaliknya, amilopektin dengan strukturnya yang besar membentuk ikatan hidrogen yang relatif lemah. Dengan demikian, pati yang mengandung amilopektin yang lebih besar akan memberikan tekstur gel pati dan *film* yang kurang kompak

⁵⁹ Feri Kusnandar, *Op. Cit.*, hlm. 110.

⁶⁰ *Ibid.*, hlm. 111.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sehingga tidak cocok digunakan sebagai *gelling agent* atau *film forming*. Pati dengan amilopektin yang tinggi lebih sesuai digunakan sebagai pengental (*thickening agent*).⁶¹

Tabel II.3 Rasio amilosa/amilopektin, bentuk, dan ukuran granula beberapa sumber pati.⁶²

Sumber pati	Rasio amilosa/amilopektin	Bentuk granula	Ukuran granula	Suhu gelatinisasi (°C)
Sagu	27:73	Elips Terpotong	20-60	60-72
Beras	17:83	Polygonal	3-8	61-78
Jagung	26:74	Polygonal	5-25	62-74
Kentang	24:76	Bulat	15-100	56-69
Tapioka	17:83	Oval	5-35	52-64
Gandum	25:75	Elips	2-35	52-64
Ubi Jalar	18:82	Polygonal	16-25	58-74

Dalam kaitannya dengan fungsi pasta pati sebagai *ingredient* dalam proses pengolahan, pemilihan sumber pati berdasarkan rasio amilosa dan amilopektin menjadi sangat penting. Bila pati akan diaplikasikan dalam produk sebagai pembentuk gel atau *edible film* maka yang diperlukan adalah pati dengan kadar amilosa yang lebih tinggi. Sebaliknya, bila akan diaplikasikan sebagai pengental maka pati yang sebaliknya dipilih adalah yang mengandung amilopektin tinggi.⁶³

1. Sumber pati

Pati dihasilkan oleh tanaman di bagian plastida dan tersimpan di berbagai bagian organ tanaman sebagai cadangan makanan, misalnya di batang, buah, akar, dan umbi. Oleh karena itu, sumber pati sangat banyak, seperti dari

⁶¹ *Ibid.*

⁶² *Ibid.*, hlm. 112.

⁶³ *Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

serealia, umbi-umbian, kacang-kacangan, biji-bijian, dan buah-buahan. Karena jumlahnya yang banyak dan kemudahannya untuk dicerna oleh enzim pencernaan manusia maka pati merupakan sumber energi yang murah bagi manusia. **Tabel II.4** memperlihatkan beberapa sumber pati yang sering digunakan sebagai sumber pangan atau *ingredient* di industri pangan.⁶⁴

Tabel II.4 Kandungan pati dari beberapa tanaman⁶⁵

Sumber tanaman	Pati (%)	Protein (%)	Lipid (%)
Biji gandum	67	15	2
Beras sosoh	89	8	1
Jagung pipil	57	12	7
Biji sorgum	72	12	4
Umbi kentang	75	8	<1
Yam	90	7	<1
Tapioka	90	< 1	<1
Biji-bijian (umum)	42	23	2

Pati terdapat dalam bentuk granula. Granula pati berwarna putih, mengilap, tidak berbau, dan tidak berasa. Granula pati memiliki struktur kristalin yang terdiri atas unit kristal dan unit *amorf*. Daerah kristalin pada kebanyakan pati tersusun atas fraksi amilopektin, sedangkan fraksi amilosa banyak terdapat pada daerah *amorf*. Pati dapat diekstrak dari berbagai sumber tanaman untuk diperoleh ekstrak pati murni. Ekstrak pati berbentuk serbuk (granula). Prinsip ekstraksi pati didasarkan pada sifat granula pati yang tidak larut dalam air. Secara komersial di industri, pati dipisahkan dari komponen kimia lain dengan cara diendapkan dalam air, kemudian dipisahkan dan dikeringkan. Maizena dan tapioka adalah contoh hasil

⁶⁴ *Ibid.*, hlm. 106.

⁶⁵ *Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ekstraksi pati yang banyak digunakan secara komersial di industri pengolahan pangan dan non-pangan.⁶⁶

2. Granula Pati

Granula pati selalu disusun oleh dua polimer amilosa dan amilopektin.⁶⁷

Granula pati memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi, tergantung sumbernya. Granula pati ada yang berbentuk bulat, oval, *elips* terpotong (*truncated*), poligonal, dan sebagainya. Ukuran diameter granula pati juga bervariasi dengan kisaran 2-100 μm . Dibandingkan dengan sumber pati lainnya, granula pati kentang memiliki ukuran yang paling besar (15-100 μm). Ukuran granula pati dari *serealia* (seperti pati beras) relatif lebih kecil dibandingkan dengan pati dari umbi-umbian dan kacang-kacangan. Perbedaan struktur berbagai sumber pati ini mengakibatkan sifat gelatinisasinya juga beragam.⁶⁸

3. Mekanisme gelatinisasi pati

Gelatinisasi pati merupakan istilah yang digunakan untuk menerangkan serangkaian kejadian tidak dapat balik (*irreversible*) yang terjadi pada pati saat dipanaskan dalam sistem air.⁶⁹

Mekanisme gelatinisasi pada dasarnya terjadi dalam tiga tahap, yaitu :

- a) Penyerapan air oleh granula pati sampai batas yang akan mengembang secara lambat, dimana air secara perlahan-lahan dan

⁶⁶ *Ibid.*

⁶⁷ *Ibid.*, hlm. 112.

⁶⁸ *Ibid.*, hlm. 113.

⁶⁹ *Ibid.*, hlm. 115.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

bolak-balik berimbibisi ke dalam granula sehingga terjadi pemutusan ikatan hidrogen antara molekul-molekul granula.

- b) Pengembangan granula secara cepat yang dikarenakan menyerap air secara cepat sampai kehilangan sifat *birefringence*-nya.
- c) Granula pecah jika cukup air dan suhu terus naik sehingga molekul amilosa keluar dari granula.⁷⁰

Selama proses gelatinisasi pati, terjadi perubahan viskositas dari suspensi pati. Secara umum perubahan viskositas selama proses gelatinisasi pati, yaitu selama fase pemanasan dan pendinginan.⁷¹ Bila pati mentah dimasukkan kedalam air dingin, granula patinya akan menyerap air dan membengkak. Namun demikian jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas. Air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai kadar 30%.⁷²

Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu antara 55°C sampai 65°C merupakan pembengkakan yang sesungguhnya, dan setelah pembengkakan ini granula pati dapat kembali pada kondisi semula. Granula pati dapat dibuat membengkak luar biasa, tetapi bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula. Perubahan tersebut disebut gelatinasi. Suhu pada saat granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi yang dapat dilakukan dengan penambahan air panas.⁷³

Bila suspensi pati dalam air dipanaskan, beberapa perubahan selama terjadinya gelatinisasi dapat diamati. Mula-mula suspensi pati yang keruh

⁷⁰ *Ibid.*

⁷¹ *Ibid.*

⁷² Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1984), hlm. 28.

⁷³ *Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

seperti susu tiba-tiba mulai menjadi jernih pada suhu tertentu, tergantung jenis pati yang digunakan. Terjadinya translusi larutan pati tersebut biasanya diikuti pembengkakan granula. Bila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik-menarik antar molekul pati di dalam granula, air dapat masuk ke dalam butir-butir pati. Hal inilah yang menyebabkan bengkaknya granula tersebut.⁷⁴

C. Manggis (*Garcinia mangostana* L.)

1. Sejarah Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.)

Tanaman manggis merupakan tanaman asli daerah tropis dari Asia Tenggara. Tanaman manggis tumbuh liar di kawasan kepulauan Sunda Besar dan Semenanjung Malaya. Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan salah satu buah yang digemari oleh masyarakat Indonesia.⁷⁵



Gambar II.3 Buah Manggis⁷⁶

2. Morfologi Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.)

Ciri-ciri morfologi tanaman singkong sebagai berikut:

Batang :Tanaman manggis merupakan pohon besar dengan tinggi mencapai 25 m dan berumur puluhan tahun. Percabangan

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ Arini Sarasmiyarti, Skripsi: “Analisis Sitogenetika Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Jogorogo” (Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2008), hlm. 31.

⁷⁶ Dokumentasi peneliti.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tanaman simetris membentuk tajuk yang rimbun. Bentuk tajuk pohon bervariasi dari bulat silindris hingga kerucut dengan penyebaran simetris ke semua arah. diameter tajuk merentang hingga 12 m dan diameter batang pokok mencapai 60 cm.

Daun : Tanaman manggis termasuk daun tunggal dan tumbuh berpasangan di sisi ranting. Bentuk daun bulat telur sampai bulat panjang dengan ukuran panjang 13—26 cm dan lebar 6—12 cm. Helai daun kaku, tebal dan tulang daun menyirip. Permukaan daun bagian atas licin, berkilat, mengkilat dan berwarna hijau tua. Permukaan daun bagian bawah berwarna hijau muda pupus. Daun muda yang baru tumbuh berwarna coklat kemerahan.

Buah : Buah manggis berbentuk bulat dan bercupat. Kulit buah yang masih muda berwarna hijau sedangkan kulit buah yang telah matang berwarna ungu kemerahan. Cupat terdapat di bagian ujung buah yang menunjukkan jumlah segmen buah. Daging buah manggis bersegmen dengan 5—8 segmen, berwarna putih dan bertekstur halus.

Biji : Biji manggis berwarna coklat muda dan dibungkus *arilode* berwarna putih.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kulit : Kulit buah yang masih muda berwarna hijau sedangkan kulit buah yang telah matang berwarna ungu kemerahan.⁷⁷

3. Klasifikasi Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.)

Klasifikasi Ilmiah manggis adalah sebagai berikut:

Divisio

: Spermatophyta

Sub-divisio

: Angiospermae

Kelas

: Dicotyledoneae

Ordo

: Guttiferales

Familia

: Guttiferae (Clusiaceae)

Genus

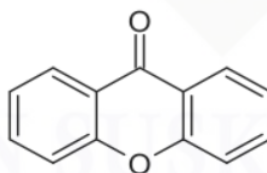
: *Garcinia*

Spesies

: *Garcinia mangostana* L.⁷⁸

4. Kandungan dan Manfaat Kulit manggis

Kulit bagian dalam manggis mengandung *xanthone* yang merupakan senyawa bioaktif yang mempunyai struktur cincin enam karbon dengan kerangka karbon lengkap.⁷⁹



Gambar II.4 Struktur *xanthone*⁸⁰

⁷⁷ Arini Sarasmiyarti, *Loc. Cit.*

⁷⁸ *Ibid.*

⁷⁹ Nur Indah Irmaningtyas, *Loc. Cit.*

⁸⁰ Arry Miryanti, *Ekstraksi Antioksidan dari Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.)*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (Bandung: Universitas Katolik Parahyangan, 2011), hlm. 10.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Turunan *xanthone* berupa a-mangostin merupakan komponen yang paling banyak terdapat pada kulit manggis. Kulit buah manggis ternyata sangat berguna untuk menghambat proses penuaan, mencegah penyakit pembuluh darah, dan antikanker. Ekstrak kulit manggis bersifat antiproliferasi untuk menghambat pertumbuhan sel kanker. Selain itu, ekstrak ini juga bersifat apoptosis. *Xanthone* mampu merawat beberapa jenis kanker seperti kanker hati, pencernaan, paru-paru.⁸¹

Xanthone dalam kulit manggis juga ampuh mengatasi penyakit tuberkulosis (TBC), asma, leukimia, serta sebagai antiinflamasi dan antidiare. Selain antikanker dan antioksidan, juga mujarab untuk mengatasi jantung koroner dan meningkatkan daya tahan tubuh, terutama bagi pengidap HIV/AIDS.⁸²

Kandungan antioksidan kulit manggis 66,7 kali wortel dan 8,3 kali manggis. *Xanthone* memiliki gugus hidroksida (OH) yang efektif mengikat radikal bebas di dalam tubuh. *Oxygen radical absorbance capacity* (ORAC) *xanthone* mencapai 17.000-20.000.⁸³

D. *Edible Film*

1. Pengertian *Edible Film*

Edible film adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, yang dapat digunakan untuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakkan diantara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai

⁸¹ Nur Indah Irmaningtyas, *Loc. Cit.*

⁸² *Ibid.*

⁸³ *Ibid.*, hlm. 5.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penghalang terhadap perpindahan massa misalnya kelembaban, oksigen, dan cahaya.⁸⁴



Gambar II.5 *Edible film* dari pati sukun⁸⁵

2. Komponen penyusun *edible film*

Komponen penyusun *edible film* mempengaruhi secara langsung bentuk morfologi maupun karakteristik pengemas yang dihasilkan. Komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida dan komposit. Komposit adalah bahan yang didasarkan pada campuran hidrokoloid dan lipida.⁸⁶

a. Hidrokoloid

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* berupa protein atau polisakarida. Bahan dasar protein dapat berasal dari jagung, kedele, *wheat gluten*, kasein, kolagen, gelatin, *corn zein*, protein susu dan protein ikan. Polisakarida yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (*alginate*, *karagenan*, *agar*), gum (*gum arab* dan *gum karaya*), *xanthan*, *chitosan* dan lain-lain. Beberapa polimer sakarida yang banyak

⁸⁴ Rofikah, Skripsi: “Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn) untuk Pembuatan Edible Film” (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2013), hlm. 18.

⁸⁵ Cut Fatimah Zuhra Marpongahtun, *Physical-Mechanical Properties and Microstructure of Breadfruit Starch Edible Films with Various Plasticizer*, Jurnal Eksakta, Vol. 13, No. 1-2 (Medan: Universitas Sumatera Utara, 2013), hlm. 58.

⁸⁶ Tuti Indah Sari, dkk, *Op. Cit.*, hlm. 29.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

diteliti akhir-akhir ini adalah pati gandum (*wheat*), jagung (*corn starch*), dan kedele.⁸⁷

b. Lipida

Lemak yang umum digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah lilin alami (*besswax, carnauba wax, paraffin wax*), asli gliserol, asam lemak (asam oleat dan asam laurat), serta emulsifier. Lilin lebah dapat mempengaruhi karakteristik *edible film* yaitu ketebalan *film*, semakin meningkatnya konsentrasi lilin lebah maka *edible film* semakin tebal, hal ini terjadi karena terbentuknya jaringan kristal lilin lebah pada matriks *film* sehingga ketebalan *film* bertambah.⁸⁸

c. Plasticizer

Komponen yang cukup besar dalam pembuatan *edible film* adalah *plasticizer*. *Plasticizer* adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekuatan polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Beberapa jenis *plasticizer* yang sering digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah gliserol dan sorbitol. Gliserol dan sorbitol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekuler. Jenis- jenis *plasticizer* lainnya yang dapat digunakan adalah asam laurat, asam oktanoat, asam laktat, trietilen glikol, dan polietilen glikol.⁸⁹

⁸⁷ *Ibid.*

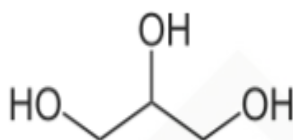
⁸⁸ *Ibid.*, hlm. 30.

⁸⁹ *Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gliserol adalah senyawa golongan alkohol polihidrat dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul (alkohol trivalent). Rumus kimia gliserol adalah $C_3H_8O_3$, dengan nama kimia 1,2,3 propanatriol.⁹⁰



Gambar II.6 Struktur gliserol⁹¹

Berat molekul gliserol adalah 92,1 massa jenis $1,23 \text{ g/cm}^3$ dan titik didihnya 209°C . Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas 3 atom karbon. Jadi tiap atom karbon mempunyai gugus $-\text{OH}$. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua, tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida dan trigliserida. Peran gliserol sebagai *plasticizer* dan konsentrasinya meningkatkan fleksibilitas *film*.⁹²

3. Analisis yang dilakukan pada *edible film*

Analisis yang dilakukan pada *edible film* meliputi analisis fisik dan kimia.⁹³

1) Analisis fisik

a) Laju Transmisi Uap Air (*Water Vapor Transmission Rate*)

Laju transmisi uap air adalah jumlah uap air yang hilang persatuan waktu dibagi dengan luas area *film*. Laju transmisi uap air menentukan

⁹⁰ Rofikah, *Op. Cit.*, hlm. 20.

⁹¹ *Ibid.*

⁹² *Ibid.*

⁹³ Daman Huri, *Op. Cit.*, hlm. 32.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

permeabilitas uap air *film*.⁹⁴ Menurut standar JIS (*Japan International Standard*) 1975, nilai laju transmisi uap air maksimal yaitu $10 \text{ g/m}^2 \cdot 24 \text{ jam}$.⁹⁵ *Edible film* yang mempunyai nilai laju transmisi uap air yang kecil cocok digunakan untuk mengemas produk yang mempunyai kelembapan yang tinggi. *Edible film* akan menghambat jumlah uap air yang dikeluarkan dari produk ke lingkungan sehingga produk tersebut tidak cepat kering. *Edible film* juga dapat melindungi produk dari uap air yang masuk dari lingkungan sehingga penambahan kelembapan dan kontaminasi yang dibawa melalui uap air dapat dikurangi. Kontaminasi dan kelembapan akan mengakibatkan tumbuhnya mikroorganisme sehingga dapat menurunkan daya simpan produk.⁹⁶

2) Analisis kimia

a) Analisis kadar air

Kadar air merupakan parameter penting untuk menentukan efek *plasticizing* air pada *film* biopolimer.⁹⁷ Respon kadar air dikehendaki di bawah 20% sesuai dengan persyaratan SNI (Standar Nasional Indonesia), Dengan rentang 7-8% dihasilkan *edible film* yang tidak terlalu kering sehingga tidak rapuh dan tidak lembab, selain itu kadar air yang tinggi rentan terhadap pertumbuhan mikroba.⁹⁸

⁹⁴ Khusnul Khotimah, Skripsi: “*Karakterisasi Edible Film dari Pati Singkong (Manihot utilissima Pohl)*” (Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2006), hlm. 7.

⁹⁵ Budi Santoso, dkk, *Pengembangan Edible Film dengan Menggunakan Pati Gayong Termodifikasi Ikatan Silang*, J. Teknol. dan Industri Pangan, Vol. XXII, No. 2 (Jakarta: Universitas Sriwijaya, 2011), hlm. 105.

⁹⁶ Riza Rizki Amaliya, *Op. Cit.*, hlm. 48.

⁹⁷ Daman Huri, *Op. Cit.*, hlm. 33.

⁹⁸ Moch. Futuchul Arifin, dkk, *Formulasi Edible Film Ekstrak Daun Sirih (Piper betle L.) sebagai Antihalitosis*, Kongres Ilmiah ISFI XVII (Jakarta: Universitas Pancasila, 2009), hlm. 10.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b) Analisis aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan merupakan hasil dari beberapa kandungan senyawa fitokimia yang terdapat pada buah dan efek sinergisnya.⁹⁹

Aktivitas antioksidan *edible film* dipengaruhi oleh senyawa antioksidan yang terkandung dalam bahan dan kemampuan senyawa tersebut untuk mereduksi radikal bebas.¹⁰⁰

E. Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga reaksi radikal bebas dapat terhambat.¹⁰¹ Radikal bebas sebagai molekul yang relatif tidak stabil, memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan di orbital luarnya. Molekul tersebut bersifat reaktif dalam mencari pasangan elektronnya.¹⁰²

Apabila sudah terbentuk di dalam tubuh maka akan terjadi reaksi berantai dan menghasilkan radikal bebas baru yang akhirnya jumlahnya terus bertambah. Hal ini dapat merusak sel dan akan menyebabkan munculnya berbagai penyakit seperti inflamasi, *arterosclerosis*, kanker dan penuaan dini. Aktivitas radikal tersebut dapat dihambat oleh kerja antioksidan.¹⁰³

⁹⁹ Daman Huri, *Op. Cit.*, hlm. 35.

¹⁰⁰ Dyah Hayu Kusumawati, dkk, *Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam*, Jurnal Pangan dan Agroindustri, Vol. 1, No.1 (Malang: Universitas Brawijaya Malang, 2013), hlm. 94.

¹⁰¹ Rahmatul Mar'atirrosyidah, *Aktivitas Antioksidan Senyawa Bioaktif Umbi-Umbian Lokal Inferior: Kajian Pustaka*, Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3, No 2 (Malang: Universitas Brawijaya Malang, 2015), hlm. 595.

¹⁰² Ika Juniawati Putri, dkk, *Aktivitas Antioksidan Daun dan Biji Buah Nipah (Nypa fruticans) Asal Pesisir Banyuasin Sumatera Selatan dengan Metode DPPH*, Maspari Journal, Vol. 5, No 1, ISSN: 2087-0558 (Palembang: Universitas Sriwijaya, 2013), hlm. 16.

¹⁰³ *Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan menyebarluaskan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berbagai penyakit dalam tubuh disebabkan oleh adanya radikal bebas. Radikal bebas juga dijumpai pada lingkungan, beberapa logam (contohnya besi dan tembaga), asap rokok, obat, makanan dalam kemasan, bahan aditif, dan lain-lain. Dalam melindungi tubuh dari serangan radikal bebas, substansi antioksidan berfungsi untuk menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron dari radikal bebas sehingga menghambat terjadinya reaksi berantai.¹⁰⁴

Antioksidan adalah senyawa yang dapat digunakan untuk melindungi bahan pangan melalui perlambatan kerusakan, ketengikan atau perubahan warna yang disebabkan oleh oksidasi. Antioksidan mampu bertindak sebagai penyumbang radikal hidrogen atau dapat bertindak sebagai akseptor radikal bebas sehingga dapat menunda tahap inisiasi pembentukan radikal bebas. Adanya antioksidan alami (seperti senyawa fenolik) maupun sintetis dapat menghambat oksidasi lipid, mencegah kerusakan, perubahan komponen organik dalam bahan makanan sehingga dapat memperpanjang umur simpan.¹⁰⁵

Berkaitan dengan reaksinya di dalam tubuh, status antioksidan merupakan parameter penting untuk memantau kesehatan seseorang. Tubuh manusia memiliki sistem antioksidan untuk menangkal reaktivitas radikal bebas, yang secara berlanjut dibentuk sendiri oleh tubuh. Jika jumlah senyawa oksigen reaktif ini melebihi jumlah antioksidan dalam tubuh, kelebihanannya akan menyerang komponen lipid, protein, maupun DNA sehingga mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang disebut dengan stres oksidatif. Selain itu, dikenal juga antioksidan

¹⁰⁴ Stevi G. Dungira, dkk, *Op. Cit.*, hlm.11.

¹⁰⁵ Stevi G. Dungira, dkk, *Loc. Cit.*



sintetik seperti Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluen (BHT), propel galat, tert-butil hidroksi quinon (TBHQ).¹⁰⁶

F. Metode Pengujian Antioksidan dengan DPPH (1,1 dhipenyl-2 picrylhydracyl)

DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil dalam penyimpanannya, disimpan dalam bentuk kering dan dalam kondisi penyimpanan yang baik. Metode ini cukup sederhana dan mudah dikerjakan. Kuat tidaknya antioksidan dapat dilihat dari IC₅₀ (*Inhibitory Concentration* 50%). IC₅₀ adalah bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak (µg/mL) atau ppm yang mampu menghambat 50% oksidasi.¹⁰⁷

Salah satu cara untuk menguji aktivitas suatu senyawa sebagai zat antioksidan adalah dengan mereaksikannya dengan reagen DPPH secara spektrofotometri. Penangkapan radikal DPPH merupakan radikal sintesis dalam pelarut organik polar seperti metanol atau etanol pada suhu kamar. Metode DPPH tidak spesifik untuk komponen antioksidan tertentu, tetapi untuk semua senyawa antioksidan dalam sampel. Pengukuran kapasitas total antioksidan akan membantu memahami sifat fungsional suatu makanan. Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrasil) digunakan secara luas untuk menguji kemampuan senyawa yang berperan sebagai pendonor elektron atau hidrogen. Metode DPPH merupakan metode yang dapat mengukur aktivitas total antioksidan baik dalam pelarut polar maupun nonpolar. Beberapa metode lain terbatas mengukur komponen yang larut dalam

¹⁰⁶ Rahmatul Mar'atirrosyidah, *Loc. Cit.*

¹⁰⁷ Nervita Noor Izzati, dkk, *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Perasan Daun Manggis (Garcinia mangostana L.) Berdasarkan Metode DPPH (2,2 Diphenyl-1-phycryl hydrazil)*, Jurnal Pharmacy, Vol. 09, No. 03, ISSN: 1693-3591 (Purwokerto: Universitas Muhammadiyah, 2012), hlm. 114.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

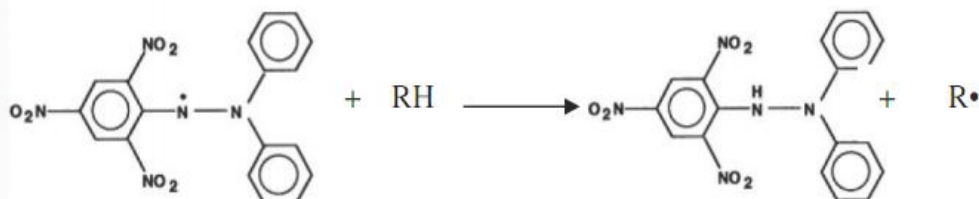
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pelarut yang digunakan dalam analisa. Metode DPPH mengukur semua komponen antioksidan, baik yang larut dalam lemak ataupun dalam air.¹⁰⁸

Metode DPPH dipilih karena sederhana, mudah, cepat dan peka serta hanya memerlukan sedikit sampel. DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrasil) adalah senyawa radikal bebas stabil kelompok nitrit oksid. Senyawa ini mempunyai ciri-ciri padatnya berwarna ungu kehitaman, larut dalam pelarut DMF atau etanol/metanol, titik didih 127-129°C, panjang gelombang maksimal sebesar 517 nm, berat molekul 394,3 g/mol, rumus molekul $C_{18}H_{12}N_5O_6$. Radikal bebas DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan memberikan warna ungu dan menghasilkan absorbansi maksimum pada panjang gelombang 517 nm. Warna akan berubah menjadi kuning saat elektron berpasangan. Pengurangan intensitas warna yang terjadi berhubungan dengan jumlah elektron DPPH yang menangkap atom hidrogen. Sehingga peningkatan Pengurangan intensitas warna mengindikasikan peningkatan kemampuan antioksidan untuk menangkap radikal bebas. Dengan kata lain, daya antioksidan diperoleh dengan menghitung jumlah pengurangan intensitas warna ungu DPPH yang sebanding dengan pengurangan konsentrasi larutan DPPH melalui pengukuran absorbansi larutan uji. DPPH yang bereaksi dengan antioksidan akan menghasilkan bentuk tereduksi difenilpikrilhidrazin dan radikal antioksidan. Reaksi antara antioksidan dengan molekul DPPH¹⁰⁹ :

¹⁰⁸ Melka Nurul Hijaz, Skripsi: “Uji Aktivitas Antioksidan Karaginan dalam Alga Merah Jenis *Eucheuma spinosum* dan *Gracillaria verrucosa*” (Malang: Universitas Islam Negeri (UIN) Malang, 2012), hlm. 37.

¹⁰⁹ *Ibid.*, hlm. 38.



Gambar II.7 Reaksi antara antioksidan dengan molekul DPPH¹¹⁰

Aktivitas antioksidan dapat dinyatakan dengan satuan % aktivitas. Nilai ini diperoleh dengan rumus :

$$\% \text{ Aktivitas anti radikal} = \left(\frac{(\text{absorbansi kontrol} - \text{sampel}) \times 100}{\text{absorbansi kontrol}} \right)$$

Absorbansi kontrol yang digunakan dalam prosedur DPPH ini adalah absorbansi DPPH, sedangkan blanko yang digunakan adalah etanol 95%. Berdasarkan rumus tersebut, semakin besar tingkat diskolorisasi (absorbansi semakin kecil) maka semakin tinggi nilai aktivitas penangkapan radikal bebas. Absorbansi kontrol yang digunakan dalam prosedur DPPH ini adalah absorbansi DPPH sebelum ditambahkan sampel. Kontrol digunakan untuk mengkonfirmasi kestabilan sistem pengukuran. Nilai Absorbansi kontrol dapat berkurang dari hari ke hari dikarenakan kehilangan aktivitasnya saat dalam stok larutan DPPH, tetapi nilai absorbansi kontrol tetap dapat memberikan *baseline* untuk pengukuran saat itu. Apabila tidak ada perubahan-perubahan nyata pada nilai ini (seperti contoh, ketika mengulang pengukuran pada saat itu) mengindikasikan bahwa sistem pengukuran tersebut (termasuk spektrofotometer atau fotometer) adalah sangat

¹¹⁰ *Ibid.*, hlm. 39.

stabil. Kontrol juga berfungsi menjaga kekonstanan total konsentrasi DPPH dalam serangkaian pengukuran.¹¹¹

G. Simplisia

Simplisia adalah bahan alam yang digunakan sebagai obat dan belum mengalami pengolahan apapun juga, dan kecuali dinyatakan lain, berupa bahan yang telah dikeringkan.¹¹²

H. Ekstraksi

1. Pengertian ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan menggunakan bantuan pelarut. Proses pemisahan berdasarkan kemampuan larut yang berbeda dari komponen – komponen yang ada dalam campuran.¹¹³

Ada beberapa cara metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut, yaitu:

a. Cara dingin

1) Maserasi

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan

¹¹¹ Ibid., hlm. 40.

¹¹² Hanny Narulita, Skripsi: “*Studi Praformulasi Ekstrak Etanol 50% Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.)*” (Jakarta: Uin Syarif Hidayatullah Jakarta, 2014), hlm. 9.

¹¹³ Novia, dkk, *Pemanfaatan Biji Karet sebagai Semi Drying Oil dengan Metode Ekstraksi Menggunakan Pelarut n-Heksana*, Jurnal Teknik Kimia, Vol. 16, No. 4 (Palembang: Universitas Sriwijaya, 2009), hlm. 2.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil.¹¹⁴

2) Perkolasi

Pada metode perkolasi, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu.¹¹⁵

b. Cara panas

1) Refluks

Pada metode refluks, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan

¹¹⁴ Mukhriani, *Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif*, Jurnal Kesehatan, Vol. VII, No. 2 (Makassar: UIN Alauddin Makassar, 2014), hlm. 362.

¹¹⁵ *Ibid.*, hlm. 363.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

I. Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair yang diperoleh dengan cara mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia menggunakan pelarut yang sesuai kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan. Ekstrak cair adalah sediaan dari simplisia nabati yang mengandung etanol sebagai pelarut atau sebagai pengawet. Jika tidak dinyatakan lain pada masing-masing monografi tiap millimeter ekstrak mengandung senyawa aktif dari 1 gram simplisia yang memenuhi syarat. Ekstrak cair yang cenderung membentuk

hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu. Kerugian dari metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi.¹¹⁶

2) Soxhlet

Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu *reflux*. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih.¹¹⁷

¹¹⁶ *Ibid.*

¹¹⁷ *Ibid.*

Jumlah unit ulang pada setiap rantai polimer disebut derajat polimerisasi yang biasanya disingkat DP. Untuk nilai DP yang rendah, polimer yang terbentuk dinamakan oligomer (oligo=kecil).¹²¹

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penamaan polimer secara umum didasarkan atas nama monomer pembangunnya dengan menaruh awalan poli sebelumnya, seperti yang tertera pada **Tabel II.5**

Tabel II.5 Beberapa polimer linier¹²²

Polimer	Monomer	Unit Ulang
Polietilen	Etilena ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
Polivinil Klorida	Vinilklorida ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{Cl}$
Polistirena	Stirena ($\text{CH}_2=\text{CH}$)	$-\text{CH}-\text{CH}-$

Bila nama monomer terdiri dari dua kata, atau bila nama tersebut didahului oleh suatu huruf atau angka, nama monomer diberi tanda kurung dan dimulai dengan poli, misalnya monomer asam akrilat dan 1-pentena diberi nama dengan poli (asam akrilat dan poli (1-pentena).¹²³

2. Penggolongan Polimer

Polimer dapat digolongkan dalam berbagai golongan, berdasarkan pada asal, struktur, sifat termal, kristalinitas, komposisi, dan penggunaannya.¹²⁴

a. Asal

Berdasarkan asalnya polimer dapat digolongkan dengan polimer alam dan sintetik. Selulosa, karbohidrat, dan karet berasal dari tumbuhan, sedangkan protein dan sutera berasal dari hewan. Sebagian besar dari polimer yang merupakan bahan baku material konstruksi dibentuk dengan reaksi kimia sehingga disebut polimer sintetik. Sebagai contoh adalah polietilena, polistirena, dan nilon.¹²⁵

¹²² *Ibid.*, hlm. 4.

¹²³ *Ibid.*

¹²⁴ *Ibid.*, hlm. 5.

¹²⁵ *Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

b. Struktur

Berdasarkan strukturnya, dikenal 4 jenis polimer, yaitu :

- 1) Polimer linier, pada polimer jenis linier ini, unit ulangnya terikat satu sama lain, pada ujung-ujung terbentuk rantai linier.
- 2) Polimer bercabang, polimer bercabang mempunyai beberapa unit ulang yang membentuk cabang pada rantai utama.
- 3) Polimer berikatan silang, pada jenis polimer ini, rantai polimer terikat satu sama lain pada beberapa tempat dari rantai utamanya. Bila ikatan silang ini cukup banyak jumlahnya, terbentuk suatu jaringan tiga dimensi. Polimer yang terbentuk mempunyai massa molekul yang relatif tinggi, strukturnya kaku dan tidak mudah berubah bentuk.
- 4) Polimer jaringan, polimer jenis ini membentuk jaringan tiga dimensi yang terbuat dari monomer trifungsional, contohnya : epoksi, fenol, formaldehid.¹²⁶

c. Sifat termal

Dalam industri polimer, faktor yang penting dalam menentukan kestabilan bahan jadi adalah sifat bahan tersebut bila suhu dinaikkan. Berdasarkan pengaruh suhu terhadap sifat polimer, maka polimer dapat dibagi atas termoplastik dan termoset. Polimer bersifat termoplastik jika bahan tersebut dapat melunak dan meleleh pada pemanasan. Jadi sebagian besar bahan termoplastik dapat diolah dan dicetak kembali. Istilah termoset berlaku untuk bahan polimer yang pada pemanasan akan bereaksi secara tidak

¹²⁶ *Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

reversibel. Pada pemanasan tersebut, bahan tidak dapat melunak dan meleleh, akibatnya, sisa pencetakan tidak dapat diolah kembali. Sebaliknya, suhu pemakaian termoset dapat melebihi suhu pencetakannya.¹²⁷

d. Komposisi

Berdasarkan jenis dan susunan unit ulang dalam rantainya, polimer dapat digolongkan sebagai homopolimer dan kopolimer.

1) Homopolimer

Polimer ini merupakan susunan ulang dari satu jenis monomer saja, misalnya monomer A seperti contoh reaksi berikut :



2) Kopolimer

Kopolimer dibentuk melalui polimerisasi lebih dari satu monomer.¹²⁹

Jenis kopolimer dapat juga dibedakan atas dasar susunan unit ulang dalam kopolimer. Bila A dan B adalah unit ulang dari dua jenis monomer, maka kopolimer yang terbentuk dapat terbentuk :

a) Kopolimer acak



Distribusi unit ulang A dan B tidak teratur sepanjang rantai polimer.

b) Kopolimer blok



Homopolimer A terikat secara kimia dengan homopolimer B

¹²⁷ Ibid., hlm. 8.

¹²⁸ Ibid., hlm. 9.

¹²⁹ Yayan Sunarya, *Op. Cit.*, hlm. 509.

- ¹³² *Ibid.*, hlm. 319.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

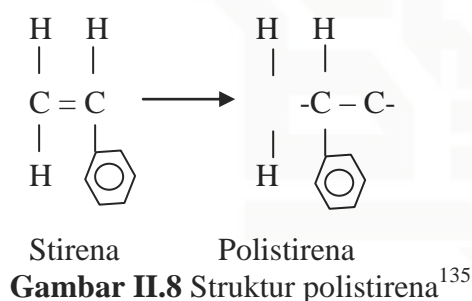
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Plastik

Plastik secara sederhana didefinisikan sebagai material polimer yang dapat dicetak atau diekstruksi menjadi bentuk yang diinginkan dan yang mengeras setelah didinginkan atau pelarutnya diuapkan. Plastik tidak dipintal menjadi benang yang molekulnya berjajar, seperti dalam serat, tetapi dicetak menjadi bentuk berdimensi tiga atau dibentang menjadi *film* untuk digunakan sebagai pengemas.¹³³

Salah satu jenis plastik yaitu polistirena. Polistirena digunakan untuk berbagai keperluan seperti radio, tv, sisir, mainan dan peralatan listrik serta peralatan rumah tangga.¹³⁴

Reaksi polimerisasi sintesis polistirena dari stirena dapat dilihat seperti berikut :



¹³³ *Ibid.*, hlm. 320.

¹³⁴ Emriadi, *Op. Cit.*, hlm. 89.

¹³⁵ *Ibid.*, hlm. 88.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel II.6 Sifat dan kegunaan beberapa plastik¹³⁶

Nama	Sifat	Kegunaan
Polin	Kerapatan tinggi, keras, kuat dan kaku	Wadah cetakan, tutup, mainan dan pipa
Polivinil klorida	Tidak mudah terbakar	Pipa air, atap, kartu kredit, piringan hitam
Polipropilen	Lebih kaku dan keras dari polietilen, kerapatan tinggi dan titik leleh lebih tinggi	Pengemas, kantong sampah, botol semprot
Fenolik	Tahan panas	Perekat kayu lapis, penguat serat kaca

c. Karet

Elastomer ialah polimer yang dapat dideformasi sampai ke ukuran yang sangat besar dan masih dapat pulih ke bentuk asalnya bila tekanan yang menyebabkan deformasi tersebut dihilangkan. Istilah “*karete*” dikenalkan oleh Joseph Priestley, yang mengamati bahwa material ini dapat digunakan untuk menghapus goresan pensil.¹³⁷

4. Bioplastik

Bioplastik dewasa ini berkembang sangat pesat sebagai solusi dalam mengatasi permasalahan plastik non biodegradabel. Bioplastik merupakan jenis plastik yang digunakan layaknya seperti plastik konvensional seperti polietilena (PE), tetapi mudah untuk terurai secara alami oleh mikroorganisme.¹³⁸

¹³⁶ *Ibid.*, hlm. 83.

¹³⁷ Oxtoby, *Op. Cit.*, hlm. 322.

¹³⁸ Nugroho Wahyu Sumartono, dkk, *Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Alang-Alang (Imperata Cylindrica(L.)) dengan Penambahan Kitosan, Gliserol, dan Asam Oleat*, Jurnal Pelita, Vol. X, No. 2 (Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2015), hlm. 14.

K. *Microplate reader*

Microplate reader adalah suatu spektrofotometer khusus yang disusun untuk membaca lempeng mikro (*microplate*). *Microplate reader* menggunakan prinsip spektrofotometri yang sama seperti metode konvensional, tetapi dapat menghasilkan peningkatan jumlah sampel yang dapat dianalisis. Perbedaan dengan spektrofotometer konvensional yang memfasilitasi pembacaan pada berbagai panjang gelombang, *Microplate reader* memiliki filter atau kisi-kisi difraksi yang membatasi rentang panjang gelombang yang digunakan dalam ELISA, umumnya antara 400 sampai 750 nm (nanometer). Beberapa *microplate reader* bekerja dalam rentang ultraviolet dan melakukan analisis antara 340-700 nm. Sistem optik yang dimanfaatkan oleh banyak produsen menggunakan serat optik untuk menyuplai cahaya untuk sumur lempeng mikro yang berisi sampel. Berkas cahaya yang melewati sampel memiliki diameter yang berkisar antara 1 sampai 3 mm. Suatu sistem deteksi mendeteksi cahaya yang berasal dari sampel, menguatkan sinyal dan menentukan absorbansi sampel. Selanjutnya suatu sistem pembacaan mengubahnya menjadi data yang memungkinkan interpretasi hasil pengujian. Saat ini beberapa *Microplate reader* menggunakan sistem berkas cahaya ganda.¹³⁹

¹³⁹ Harry Utomo, Skripsi: “*Uji Aktivitas Penghambatan Senyawa 4-[(E)-2-(4-Oksa-3-Fenil-Kuinazolin-2-Il)Etenil]Benzensulfonamida terhadap Siklooksigenase-2 (Cox-2)*” (Depok: Universitas Indonesia, 2012), hlm. 11.



Gambar II.9 *Microplate reader*¹⁴⁰

L. Penelitian yang Relevan

Berikut penelitian yang relevan yang menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian.

1. Penelitian dalam bentuk jurnal oleh Setiani. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pati sukun dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*. Hasil terbaik *edible film* adalah dengan formulasi pati sukun-kitosan 6:4.¹⁴¹
2. Penelitian dalam bentuk jurnal oleh Marpongahtun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembuatan *edible film* dari pati sukun dengan menggunakan berbagai jenis *plasticizer* yaitu silitol, sorbitol dan PEG 400 berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film*. Hasil terbaik *edible film* menggunakan *plasticizer* PEG 400.¹⁴²
3. Penelitian dalam bentuk jurnal oleh Zuhra. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pati sukun-alginat dengan penambahan pati minyak daun attarasa

¹⁴⁰ Dokumentasi peneliti.

¹⁴¹ Wini Setiani, dkk, *Op. Cit.*, hlm. 100.

¹⁴² Cut Fatimah Zuhra Marpongahtun, *Op. Cit.*, hlm. 56.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(*Litsea Cubeba Lour. Pers*) dapat menghasilkan *edible film* dengan sifat mekanik yang baik.¹⁴³

Penelitian yang akan dilakukan memiliki perbedaan dari ketiga penelitian relevan tersebut. Pada ketiga penelitian relevan tersebut tidak menggunakan ekstrak sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan ekstrak kulit manggis sebagai sumber antioksidan.

¹⁴³ Cut Fatimah Zuhra, *Effect of Essential Oil of Attarasa Leaves (Litsea cubeba Lour. Pers) on Physico-Mechanical and Microstructural Properties of Breadfruit Starch-Alginate Edible Film*, Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol. 17, No. 3 (Medan: Universitas Sumatera Utara, 2013), hlm. 375.